МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
Е.В. Аймалетдинов
_____ 18 февраля 2022 г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Современная акустика и ультразвук

Направление подготовки: 03.03.02 - Физика
Профиль подготовки: Физика квантовых систем и квантовые технологии
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2022

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

4.2. Содержание дисциплины (модуля)

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

13. Приложение №1. Фонд оценочных средств

14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): доцент, к.н. Ефимов С.В. (кафедра медицинской физики, Отделение физики), Sergej.Efimov@kpfu.ru ; доцент, к.н. Халиуллина А.В. (кафедра медицинской физики, Отделение физики), Aliya.Khaliullina@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1	способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

Обучающийся должен знать определения свободных колебаний, принципа суперпозиции, вынужденных колебаний под действием гармонической силы, резонанса, автоколебаний, гармонических бегущих волн, фазовой скорости, импеданса, вектора распространения, когерентности, групповой скорости, инфразвука, звука, ультразвука, гиперзвука, канонического волнового уравнения, уравнения Гельмгольца, волн Римана, амплитуды массовой скорости, формулы Бесселя-Фубини, уравнение Бюргерса, ударной кривой, резонансной частоты, модели Ляхова, источников звука.

Должен уметь:

Обучающийся должен уметь выводить волновое уравнение линейной акустики, решать его, интерпретировать части волнового уравнения, сводить уравнения Бюргерса к уравнению теплопроводности, решать уравнение Рэлея, рассчитывать параметры волн в зависимости от заданных условий.

Должен владеть:

Обучающийся должен владеть навыками УЗИ диагностики в А-режиме и в В-режиме, а также доплерографии, Фурье-анализа.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.04.02 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.03.02 "Физика (Физика квантовых систем и квантовые технологии)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 3 курсе в 5 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 90 часа(ов), в том числе лекции - 36 часа(ов), практические занятия - 54 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 18 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 5 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Самостоятельная работа
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабораторные работы, всего	Лабораторные в эл. форме	
1.	Тема 1. Тема 1. Колебания.	5	4	0	6	0	0	0	2
2.	Тема 2. Тема 2. Волны. Импульсы.	5	8	0	12	0	0	0	4
3.	Тема 3. Тема 3. Линейная акустика.	5	2	0	3	0	0	0	2
4.	Тема 4. Тема 4. Нелинейная акустика.	5	6	0	12	0	0	0	3
5.	Тема 5. Тема 5. Ударные волны. Волны в средах с пузырьками.	5	4	0	6	0	0	0	2
6.	Тема 6. Тема 6. Источники звука. Применение ультразвука в технике и в медицине. Методы УЗИ диагностики.	5	10	0	12	0	0	0	4
7.	Тема 7. Тема 7. Частные вопросы акустики.	5	2	0	3	0	0	0	1
	Итого		36	0	54	0	0	0	18

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Тема 1. Колебания.

Свободные колебания систем с одной и со многими степенями свободы. Линейность. Принцип суперпозиции. Биения. Непрерывная струна. Фурье-анализ. Вынужденные колебания под действием гармонической силы. Резонанс. Понятие о линейных и нелинейных колебательных системах. Автоколебания. Метод комплексных амплитуд. Колебания в связанных системах. Метод Лагранжа и уравнение движения. Резонаторы и фильтры. Резонанс в трубах.

Тема 2. Тема 2. Волны. Импульсы.

Гармонические бегущие волны. Фазовая скорость. Преломление. Дисперсия. Импеданс. Поток энергии. Отражение. Прохождение. Гармонические плоские волны. Вектор распространения. Волны в воде. Поляризация. Двойное лучепреломление. Когерентность.

Интерференция. Дифракция. Рассеяние. Угловая ширина пучка. Принцип Гюйгенса.

Волновые пакеты. Групповая скорость. Фурье-анализ импульсов и волновых пакетов.

Тема 3. Тема 3. Линейная акустика.

Инфразвук, звук, ультразвук, гиперзвук. Распространение в среде, применение. Волновое уравнение линейной акустики.

Основные уравнения гидродинамики и их линеаризация.

Каноническое волновое уравнение. Интерпретация правой части волнового уравнения.

Уравнение Гельмгольца.

Акустика сверхтекучей жидкости.

Тема 4. Тема 4. Нелинейная акустика.

Простые волны Римана. Уравнения состояния. Скорость фронта ударной волны. Местоположение фронта. Расстояние образования разрыва.

Амплитуда массовой скорости на разрыве в пилообразной волне. Спектр волны пилообразной формы. Спектр искажённой синусоиды. Формула Бесселя-Фубини.

Роль диссипации - линейный случай. Уравнение Бюргерса. Относительная роль нелинейности и диссипации. Первое решение уравнения Бюргерса - вторая гармоника. Второе решение - стационарное. Третье решение - пила с плавным фронтом. Сведение уравнения Бюргерса к уравнению теплопроводности. Сравнение поглощения пилообразных и синусоидальных волн. Оптические методы акустических измерений.

Тема 5. Тема 5. Ударные волны. Волны в средах с пузырьками.

Ударная кривая. Необратимые потери энергии на фронте ударной волны. Исследование веществ при высоких давлениях.

Пульсирующие пузырьки. Резонансная частота.

Уравнение Рэлея и его решение. Поглощение и дисперсия скорости звука в жидкости с пузырьками газа. Модель Ляхова. Скорость звука в квазистатической модели. Скорость фронта ударной волны. Нелинейный параметр многокомпонентной среды. Эксперименты в многокомпонентных средах.

Тема 6. Тема 6. Источники звука. Применение ультразвука в технике и в медицине. Методы УЗИ диагностики.

Механические и термические источники. Профиль импульсного пучка, фазировка. Электростатические, электромагнитные, электродинамические, пьезоэлектрические, магнитострикционные преобразователи.

Диспергирование, коагуляция, очистка, дегазация, пайка, сверление, сварка.

Дезинфекция. УЗИ диагностика. Принципы.

А-режим. В-режим. М-режим.

Доплерография. Эластография.

Тема 7. Тема 7. Частные вопросы акустики.

Источники и приёмники звука, микрофоны, гидрофоны, рупоры. Биоакустика, физиология слуха и речи, частотные характеристики звуков животных. Геоакустика, P- и S-волны, отражение и преломление на границе сред, сейсмическая томография. Реверберация, поглощающие материалы, акустика помещений. Уравнение эйконала, лучи, "нелучевая" волна S*.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Sound Physics - http://courses.oermn.org/course/view.php?id=216

Введение в акустику - https://ru.coursera.org/learn/intro-to-acoustics-2

Основы акустики - https://ru.coursera.org/learn/intro-to-acoustics

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации.
практические занятия	Подготовка предполагает проработку методического указания к данной практическому работе и проработку лекционного материала по теме практического занятия. Практические занятия выполняются на компьютере или письменно в аудитории. Выполненная на компьютере практическая работа предоставляется в виде .docx файла (страницы должны быть пронумерованы; вверху справа первого листа указываются фамилия и инициалы студента, номер группы, номер практической работы и ее название). Практическая работа должна быть выполнена студентом самостоятельно. При выполнении практической работы допускается использовать мобильные устройства. Практическая работа должна быть оформлена последовательно, грамотно и разборчиво. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю или лаборанту.
самостоя-тельная работа	При подготовке к самостоятельной работе следует повторно разобрать задания, которые были разобраны на семинарских занятиях. Студенты могут получить дополнительную информацию по вопросам, вызывающим затруднения при подготовке к самостоятельной работе, на индивидуальных консультациях с преподавателем. Перечень тем самостоятельных работ разрабатывается преподавателем, ведущим дисциплину. Самостоятельных работы составляются таким образом, что охватывают основные аспекты изучаемой дисциплины. Тематика каждой самостоятельной работы озвучивается преподавателем на семинарском занятии. Самостоятельная работа выполняется на компьютере. Представляется в виде .docx файла Страницы должны быть пронумерованы. Вверху справа первого листа указываются фамилия и инициалы студента, номер группы, номер варианта. Самостоятельная работа должна быть выполнена студентом самостоятельно.
экзамен	При подготовке к экзамену следует повторно разобрать задания, которые были разобраны на семинарских занятиях. Студенты могут получить дополнительную информацию по вопросам, вызывающим затруднения при подготовке к экзамену, на индивидуальных консультациях с преподавателем. Вопросы к экзамену составляются таким образом, что охватывают основные аспекты изучаемой дисциплины.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;

- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;

- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;

- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;

- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;

- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:

- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;

- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;

- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 03.03.02 "Физика" и профилю подготовки "Физика квантовых систем и квантовые технологии".

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.04.02 Современная акустика и ультразвук

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 03.03.02 - Физика

Профиль подготовки: Физика квантовых систем и квантовые технологии

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

Основная литература:

1. Щевьев, Ю. П. Основы физической акустики : учебное пособие для вузов / Ю. П. Щевьев. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 364 с. - ISBN 978-5-8114-7958-0. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/169805 (дата обращения: 10.05.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Акустика: дифракция ультразвука на одинарной щели, дифракция ультразвука в многощелевых системах : учебное пособие / А. А. Клименко, А. Г. Литвиненко, М. В. Токарев, И. И. Шевчук. - Дубна : Государственный университет 'Дубна', 2018. - 56 с. - ISBN 978-5-89847-565-9. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/154464 (дата обращения: 10.05.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Сумбатян, М. А. Основы теории дифракции с приложениями в механике и акустике : монография / М. А. Сумбатян, А. Скалия. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2013. - 328 с. - ISBN 978-5-9221-1534-6. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/59710 (дата обращения: 10.05.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей

Дополнительная литература:

1. Руденко, О. В. Нелинейная акустика в задачах и примерах : учебное пособие / О. В. Руденко, С. Н. Гурбатов, К. М. Хедберг. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 176 с. - ISBN 5-9221-0761-5. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/2296 (дата обращения: 10.05.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Гурбатов, С. Н. Акустика в задачах : учебное пособие / С. Н. Гурбатов, О. В. Руденко. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 336 с. - ISBN 978-5-9221-1020-4. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/2166 (дата обращения: 10.05.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Волощенко, А. П. Нелинейные волновые процессы : учебное пособие / А. П. Волошенко, С. П. Тарасов, П. П. Пивнев ; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2020. - 114 с. - ISBN 978-5-9275-3572-9. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1308365 (дата обращения: 10.05.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Гурбатов, С. Н. Волны и структуры в нелинейных средах без дисперсии : монография / С. Н. Гурбатов, О. В. Руденко, А. И. Саичев. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 496 с. - ISBN 978-5-9221-1042-6. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/59525 (дата обращения: 10.05.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Теория волн : учебное пособие / М. Б. Виноградова, О. В. Руденко, А. П. Сухоруков. - Издание 2-е, переработанное и дополненное .- Москва : Наука, 1990. - 432 с. (4 экз. - НБ КФУ).

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.04.02 Современная акустика и ультразвук

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 03.03.02 - Физика

Профиль подготовки: Физика квантовых систем и квантовые технологии

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.